

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-052227

(43)Date of publication of application : 26.02.1999

(51)Int.Cl.

G02B 9/12
G02B 13/18

(21)Application number : 09-219895

(71)Applicant : ASAHI OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 31.07.1997

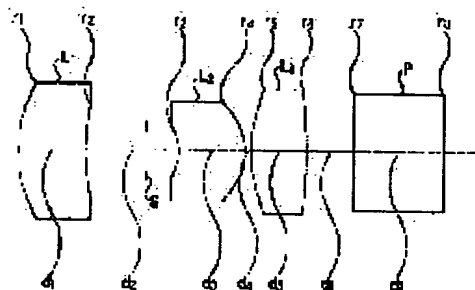
(72)Inventor : MINEFUJI NOBUTAKA

(54) PHOTOGRAPHING LENS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a photographing lens having a sufficient back focus and telecentric property and obtaining good image forming performance by a small number of component lenses.

SOLUTION: This photographing lens is composed and arrayed in order from an object side of a first meniscus-shaped lens L1 whose convex surface is faced to the object side, an aperture diaphragm S, a second meniscus-shaped lens L2 whose convex surface is faced to an image side and a third lens L3 whose convex surface is faced to the object side having positive power and satisfies the conditions, $0.2 < f/f_{12} < 0.6$ and $0.4 < f/f_3 < 1.0$ where f is the focal distance of a whole system, f_{12} is the composite focal distance of the first lens and second lens and f_3 is the focal distance of the third lens.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The 1st lens of a meniscus configuration where a convex was turned to a body side sequentially from a body side, It is a three three groups configuration which an aperture diaphragm, the 2nd lens of a meniscus configuration where a convex was turned to an image side, and the 3rd lens with positive power which turned a convex to a body side consist of by arranging in order. A taking lens which at least two lens sides in said 1st [the] – the 3rd lens are the aspheric surfaces, and is characterized by fulfilling the following conditions.
 $0.2 < f/f_1 < 0.6$ — (1) $0.4 < f/f_3 < 1.0$ — (2), however f of a focal distance of the whole system and f_1 are [a synthetic focal distance of the 1st lens and the 2nd lens and f_3] the focal distances of the 3rd lens.

[Claim 2] Said 1st lens and said 2nd lens are a taking lens according to claim 1 which is a resin lens and is characterized by fulfilling the following conditions.

– $0.2 < f/f_1 < 0.4$ — (3) $0.0 < f/f_2 < 0.8$ — As for (4), however f_1 , a focal distance of the 1st lens and f_2 are the focal distances of the 2nd lens.

[Claim 3] A field by the side of a body of said 1st lens and a field by the side of an image of said 2nd lens are the aspheric surfaces at least. The aspheric surface by the side of a body of said 1st lens It is the configuration to which curvature becomes tight from the paraxial spherical surface as it separates from an optical axis. The aspheric surface by the side of an image of said 2nd lens A taking lens according to claim 1 characterized by being the configuration to which curvature becomes loose from the paraxial spherical surface as it separates from an optical axis, and fulfilling the following conditions.

$0.5 < r_1/f < 1.5$ — (5) $0.3 < -r_4/f < 0.6$ — As for (6), however r_1 , radius of curvature of paraxial of a field by the side of a body of the 1st lens and r_4 are the radius of curvatures of paraxial of a field by the side of an image of the 2nd lens.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] This invention relates to the taking lens with which the good engine performance is especially obtained by small configuration number of sheets about the taking lens suitable for devices, such as an electronic "still" camera mainly equipped with solid state image pickup devices, such as CCD.

[0002]

[Description of the Prior Art] Sufficient back focus is required of the taking lens for electronic "still" cameras on the need of securing the space which arranges a filter etc. between a taking lens and an image sensor. Moreover, in using the image sensor of a color, in order to suppress generating of color nonuniformity, it is required that the flux of light injected from the taking lens should carry out incidence at right angles to an image sensor, i.e., it is a tele cent rucksack.

[0003] Moreover, especially, with the prevalent electronic "still" camera, since the demand of a miniaturization and low-cost-izing is high, it is small also to a taking lens and it is expected the lens of low cost. Furthermore, it is in the inclination for the size of 1 pixel to become small with the miniaturization of an image sensor, and high resolution is demanded.

[0004] The taking lens using a solid state image pickup device with comparatively little configuration number of sheets for devices is indicated by JP,4-153612,A or JP,7-168093,A. Each taking lens indicated by these official reports is a three-sheet configuration.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, since the lens with which the taking lens indicated by JP,4-153612,A is indicated by a video camera and JP,7-168093,A was designed considering the video cameras TV telephone, for a monitor, etc., and a still video camera as a use, it was efficiently inadequate as a taking lens of the electronic "still" camera for inputting the image for admiration.

[0006] This invention is made in view of the technical problem of the conventional technology mentioned above, has sufficient back focus and tele cent rucksack nature, and aims at offering the taking lens with which the good image formation engine performance is obtained by small configuration number of sheets.

[0007]

[Means for Solving the Problem] The 1st lens of a meniscus configuration where a taking lens concerning this invention turned a convex to a body side sequentially from a body side, It is a three three groups configuration which an aperture diaphragm, the 2nd lens of a meniscus configuration where a convex was turned to an image side, and the 3rd lens with positive power which turned a convex to a body side consist of by arranging in order. At least two lens sides in the 1st - the 3rd lens are the aspheric surfaces, and it is characterized by fulfilling the following conditions.

$0.2 < f/f_2 < 0.6$ — (1) $0.4 < f/f_3 < 1.0$ — (2), however f of a focal distance of the whole system and f_2 are [a synthetic focal distance of the 1st lens and the 2nd lens and f_3] the focal distances of the 3rd lens.

[0008] Moreover, the 1st lens and the 2nd lens can be constituted from a resin lens, and it is

desirable to fulfill the following conditions in that case.

— $0.2 < f/f_1 < 0.4$ — (3) $0.0 < f/f_2 < 0.8$ — As for (4), however f_1 , a focal distance of the 1st lens and f_2 are the focal distances of the 2nd lens.

[0009] Furthermore, it becomes possible by establishing the aspheric surface in a field by the side of a body of the 1st lens, and a field by the side of an image of the 2nd lens to amend aberration effectively. In that case, it is the configuration to which curvature becomes tight from the paraxial spherical surface as the aspheric surface by the side of a body of the 1st lens separates from an optical axis, and it is desirable [the aspheric surface] for it to fulfill the following conditions desirably that it is the configuration to which curvature becomes loose from the paraxial spherical surface as the aspheric surface by the side of an image of the 2nd lens separates from an optical axis.

$0.5 < r_1/f < 1.5$ — (5) $0.3 < -r_4/f < 0.6$ — As for (6), however r_1 , radius of curvature of paraxial of a field by the side of a body of the 1st lens and r_4 are the radius of curvatures of paraxial of a field by the side of an image of the 2nd lens.

[0010]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the operation gestalt of the taking lens concerning this invention is explained. The taking lens of an operation gestalt is for example, a three three groups configuration which the 1st lens L1 of the meniscus configuration where the convex was turned to the body side, aperture-diaphragm S, the 2nd lens L2 of the meniscus configuration where the convex was turned to the image side, and the 3rd lens L3 with the positive power which turned the convex to the body side consist of by arranging in order sequentially from the body side used as the left-hand side in drawing as shown in drawing 1 . At least two lens sides are the aspheric surfaces among six lens sides of the 1st — the 3rd lens. The plane-parallel plate P most located in an image side represents plates, such as an infrared cut-off filter inserted between a taking lens and an individual image sensor, a low pass filter, and cover glass, when using as image pick-up optical system. At the time of layout, aberration is amended as the whole optical system containing this plane-parallel plate P.

[0011] In order to obtain sufficient back focus and the good image formation engine performance, the taking lens of an operation gestalt arranges two a meniscus lens and the 1st lens L1, and the 2nd lens L2 so that a concave surface may be opposed to aperture-diaphragm S. Moreover, good tele cent rucksack nature is secured by using the 3rd lens L3 as the positive lens which serves as a convex at a body side. At this time, the good image formation engine performance, sufficient back focus, and tele cent rucksack nature can be obtained by distributing the power of the pre-group which consists of the 1st and 2nd lens L1 and L2 so that the following conditions (1) and (2) may be filled, and the power of the back group which consists of the 3rd lens L3.

$0.2 < f/f_1 < 0.6$ — (1) $0.4 < f/f_3 < 1.0$ — (2), however f of the focal distance of the whole system and f_1 and f_3 are [the synthetic focal distance of the 1st lens and the 2nd lens and f_3] the focal distances of the 3rd lens.

[0012] Conditions (1) specify the ratio of the focal distance of a pre-group and the focal distance of the whole system which consist of the 1st and 2nd lens L1 and L2. If the power of a pre-group becomes strong exceeding the maximum of conditions (1), the radius of curvature of each side of the 1st lens L1 and the 2nd lens L2 will become small too much, amendment of spherical aberration and comatic aberration will become difficult, and the contrast of the whole screen will fall. Furthermore, it becomes difficult to secure sufficient back focus. The astigmatic difference becomes large while a curvature of field will serve as lack of amendment, if it is less than the minimum of conditions (1) and the power of a pre-group becomes weak. Moreover, it becomes difficult to make the overall length of a taking lens small.

[0013] Conditions (2) specify the ratio of the focal distance of a back group and the focal distance of the whole system which consist of the 3rd lens L3. If the power of a back group becomes strong exceeding the maximum of conditions (2), while amendment of distortion aberration will become difficult, it becomes impossible to secure sufficient back focus. If it is less than the minimum of conditions (2) and the power of a back group becomes weak, it will become difficult to secure good tele cent rucksack nature.

[0014] The 1st lens L1 and the 2nd lens L2 can be constituted from a resin lens. Since it is large

as compared with a glass material, in order that change of the configuration over change of environment, such as temperature and humidity, and a refractive index may make small engine-performance change of the whole system by these environmental variations, as for a resin material, it is desirable to give the amendment effect so that the power of each resin lens may be distribute appropriately or a mutual change may be offset with two or more resin lenses.

When using the 1st lens L1 and the 2nd lens L2 as a resin lens, in order to suppress change of the engine performance by the environmental variation and to amend many aberration good, it is desirable to fill the following conditions (3) and (4).

— $0.2 < f/f_1 < 0.4$ — (3) $0.0 < f/f_2 < 0.8$ — As for (4), however f_1 , the focal distance of the 1st lens and f_2 are the focal distances of the 2nd lens.

[0015] Conditions (3) specify the ratio of the focal distance of the 1st lens L1, and the focal distance of the whole system. If the positive power of the 1st lens L1 becomes strong exceeding the maximum of conditions (3), amendment of a curvature of field will become difficult and the engine-performance change (mainly migration of a focus location) to an environmental variation will become large. If it is less than the minimum of conditions (3) and the negative power of the 1st lens L1 becomes strong, in order to maintain the positive power of the whole system, the positive power of the 2nd lens L2 will be come size, a kink colander will not be obtained, but especially comatic aberration will become large, and the contrast of an image will fall.

[0016] Conditions (4) specify the ratio of the focal distance of the 2nd lens L2, and the focal distance of the whole system. If the positive power of the 2nd lens L2 becomes strong exceeding the maximum of conditions (4), the engine-performance change (they are mainly migration of a focus location and the bow of the image surface) to an environmental variation will become large. While coming the positive power of the 3rd lens L3 size, and not obtaining a kink colander but the astigmatic difference's becoming large in order to maintain the positive power of the whole system if it is less than the minimum of conditions (3) and has the negative power of the 2nd lens L2, it becomes difficult to fully secure a back focus.

[0017] By establishing the aspheric surface in the field by the side of the body of the 1st lens, and the field by the side of the image of the 2nd lens at least, the image formation engine performance can be effectively raised also with the small number of the aspheric surfaces. In that case, many aberration can be amended good by making the aspheric surface by the side of the body of the 1st lens into a configuration to which curvature becomes tight from the paraxial spherical surface as it separates from an optical axis. Moreover, the image surface flat from the center of a screen to the circumference can be acquired by making the aspheric surface by the side of the image of the 2nd lens into a configuration to which curvature becomes loose from the paraxial spherical surface as it separates from an optical axis. Furthermore, many aberration can be amended good by filling the following conditions (5) and (6) in this case.

$0.5 < r_1/f < 1.5$ — (5) $0.3 < r_4/f < 0.6$ — As for (6), however r_1 , the radius of curvature of the paraxial of the field by the side of the body of the 1st lens and r_4 are the radius of curvatures of the paraxial of the field by the side of the image of the 2nd lens.

[0018] Conditions (5) specify the ratio to the focal distance of the whole system of the radius of curvature of the paraxial of the body side of the 1st lens. If radius of curvature becomes large exceeding the maximum of conditions (5), while a curvature of field will become the lack of amendment, the effective diameter of the 1st lens becomes large. If it is less than the minimum of conditions (5) and radius of curvature becomes small, as the power of the 1st lens L1 does not become excessive, the radius of curvature of the concave surface by the side of the image of the 1st lens will also become small, and amendment of comatic aberration and distortion aberration will become difficult especially.

[0019] Conditions (6) specify the ratio to the focal distance of the whole system of the radius of curvature of the paraxial of the image side of the 2nd lens. If radius of curvature becomes large exceeding the maximum of conditions (6), especially the astigmatic difference will become large and the image formation engine performance in a periphery will deteriorate. If it is less than the minimum of conditions (6) and radius of curvature becomes small, the power of the 2nd lens L2 will become excessive, and it will become difficult to secure sufficient back focus and tele cent rucksack nature.

[0020] Hereafter, seven examples of the taking lens concerning this invention are explained.

[0021]

[Example 1] Drawing 1 is lens drawing showing the lens configuration of an example 1, and the concrete numerical configuration is shown in a table 1. inside of drawing and table, and FNO. — for a half-field angle [unit:degree] and r, the radius of curvature [unit:mm] of lens each side and d are [the f number and f / a focal distance [unit:mm] and w / the refractive index in d line (588nm) of each lens and nu of lens thickness or a lens gap [unit:mm], and nd] the Abbe numbers of each lens. For the 1st lens L1, the 3rd, and the 4th page, the 2nd lens L2, the 5th, and the 6th page are [the 1st and the 2nd page / the 3rd lens L3, the 7th, and the 8th page] plane-parallel plates P. Aperture-diaphragm S is in an image side from the image side of the 1st lens L1 in the location of 3.82mm.

[0022] Moreover, the field by the side of the body of the 1st lens L1 (field number 1) and the field by the side of the image of the 2nd lens L2 (field number 4) consist of examples 1 in the aspheric surface symmetrical with a revolution. The curvature (1/r) on X and the optical axis of the aspheric surface is expressed with c, and the aspheric surface is expressed [distance / (the amount of sags) / from the tangential plane on the optical axis of the aspheric surface of the coordinate point on the aspheric surface where the height from an optical axis becomes h] with the following formulas (7) in a constant of the cone considering K and the 4th aspheric surface coefficient [6th / 8th / 10th] as A4, and A6, A8 and A10. The radius of curvature of the aspheric surface in a table 1 is radius of curvature on an optical axis, and the constant of the cone of these fields and an aspheric surface coefficient are shown in a table 2. In addition, the notation E in a table expresses the power which makes a characteristic the numeric character the base and on the right of E for 10, for example, the value "0.1581E-3" of the page [1st] aspheric surface coefficient A 4 of a table 2 means "0.0001581."

$X = ch2 / (1 + \sqrt{1 - (1 + K) c^2 h^2}) + A4h^4 + A6h^6 + A8h^8 + A10h^{10}$ — (7) [0023] in the chromatic aberration (A) is indicated to be according to the spherical aberration in d line, g line (436nm), and C line (656nm), and (B), drawing 2 (A) - (D) shows many aberration of the taking lens of an example 1, the chromatic aberration of magnification in g line on the basis of d line and C line and (C) show astigmatism (S: — sagittal one and M: — meridional), and (D) shows distortion aberration. The unit of the horizontal axis on which (%), percent, and other amounts of aberration are shown by the unit of the horizontal axis on which the amount of distortion aberration is shown is mm.

[0024]

[A table 1]

Fno.1:2.8 f= 10.00mm w= 20.0-degree side number r d nd nu 1 10.577 4.20 1.58547 29.92 18.160
5.843 - 3.626 4.20 1.49176 57.44 - 4.268 0.385 11.353 3.53 1.69680 55.56 -39.640 3.047
infinity5.70 1.51633 64.18 infinity [0025]

[A table 2]

K A4 A6 A8 A10 The 1st page 0.0000 0.1581E-3 0.0000 0.0000 0.0000 The 4th page 0.0000
0.1078E-2-0.5632E-4 0.7400E-5 0.0000 [0026]

[Example 2] Drawing 3 is lens drawing showing the lens configuration of an example 2, and the concrete numerical configuration is shown in a table 3. Aperture-diaphragm S is in an image side from the image side of the 1st lens L1 in the location of 2.68mm. The field by the side of the body of the 1st lens L1 (field number 1) and the field by the side of the image of the 2nd lens L2 (field number 4) consist of examples 2 in the aspheric surface symmetrical with a revolution, and the constant of the cone of these fields and an aspheric surface coefficient are shown in a table 4. Drawing 4 (A) - (D) shows many aberration of the taking lens of an example 2.

[0027]

[A table 3]

Fno.1:2.8 f= 10.00mm w= 20.0-degree side number r d nd nu 1 10.233 6.11 1.58547 29.92 12.194
4.593 - 3.435 4.17 1.49176 57.44 - 4.195 0.385 12.080 3.70 1.64000 60.16 -18.911 3.537
infinity5.70 1.51633 64.18 infinity [0028]

[A table 4]

K A4 A6 A8 A10 The 1st page 0.0000 0.1445E-3 0.1788E-5-0.4251E-7 0.0000 The 4th page

0.0000 0.1600E-2-0.2061E-3 0.2527E-4-0.6690E-6[0029]

[Example 3] Drawing 5 is lens drawing showing the lens configuration of an example 3, and the concrete numerical configuration is shown in a table 5. Aperture-diaphragm S is in an image side from the image side of the 1st lens L1 in the location of 3.76mm. Both sides (field numbers 1 and 2) of the 1st lens L1 and both sides (field numbers 3 and 4) of the 2nd lens L2 consist of examples 3 in the aspheric surface symmetrical with a revolution, and the constant of the cone of these fields and an aspheric surface coefficient are shown in a table 6. Drawing 6 (A) - (D) shows many aberration of the taking lens of an example 3.

[0030]

[A table 5]

Fno.1:2.8 f= 10.00mm w= 20.0-degree side number r d nd nu 1 11.471 4.13 1.58547 29.92 19.914
5.773 - 3.858 4.20 1.49176 57.44 - 4.233 0.385 10.071 3.53 1.72916 54.76 138.460 3.047
infinity5.70 1.51633 64.18 infinity [0031]

[A table 6]

K A4 A6 A8 A10 The 1st page 0.0000 0.3332E-3 0.0000 0.0000 0.0000 The 2nd page 0.0000
0.6458E-3-0.1647E-4 - 0.9185E-7 0.0000 3rd Page 0.0000 0.2304E-3-0.8149E-5 0.2745E-6-
0.1996E-8 The 4th page 0.0000 0.1014E-2-0.4382E-4 0.7349E-5 0.0000[0032]

[Example 4] Drawing 7 is lens drawing showing the lens configuration of an example 4, and the concrete numerical configuration is shown in a table 7. Aperture-diaphragm S is in an image side from the image side of the 1st lens L1 in the location of 3.02mm. Both sides (field numbers 1 and 2) of the 1st lens L1 and the field by the side of the image of the 2nd lens L2 (field number 4) consist of examples 4 in the aspheric surface symmetrical with a revolution, and the constant of the cone of these fields and an aspheric surface coefficient are shown in a table 8. Drawing 8 (A) - (D) shows many aberration of the taking lens of an example 4.

[0033]

[A table 7]

Fno.1:2.8 f= 10.00mm w= 20.0-degree side number r d nd nu 1 8.451 5.11 1.58547 29.92 8.798
4.913 - 3.817 3.92 1.49176 57.44 - 4.395 0.385 13.309 3.86 1.61800 63.46 -13.309 3.317
infinity5.70 1.51633 64.18 infinity [0034]

[A table 8]

K A4 0.1686E-3-0.1514E-4 0.0000 [] — the 4th page [] — 0.0000 0.1011E-2-0.4556E-4 0.7283
— E-5 0.0000 [0035] A6 A8 A10 The 1st page 0.0000 0.2343E-3 0.7214E-5-0.4537E-7 0.0000
The 2nd page 0.0000 0.5401E-3

[Example 5] Drawing 9 is lens drawing showing the lens configuration of an example 5, and the concrete numerical configuration is shown in a table 9. Aperture-diaphragm S is in an image side from the image side of the 1st lens L1 in the location of 4.75mm. Both sides (field numbers 1 and 2) of the 1st lens L1 and both sides (field numbers 3 and 4) of the 2nd lens L2 consist of examples 5 in the aspheric surface symmetrical with a revolution, and the constant of the cone of these fields and an aspheric surface coefficient are shown in a table 10. Drawing 10 (A) - (D) shows many aberration of the taking lens of an example 5.

[0036]

[A table 9]

Fno.1:2.8 f= 10.00mm w= 20.0-degree side number r d nd nu 1 9.772 5.73 1.58547 29.92 10.686
6.873 - 4.894 3.24 1.58547 29.94 - 4.783 0.295 9.813 3.38 1.69680 56.56 -43.417 2.297
infinity5.70 1.51633 64.18 infinity [0037]

[A table 10]

K A4 A6 A8 A10 The 1st page 0.0000 0.4099E-3 - 0.7757E-5 0.2715E-6 0.0000 The 2nd page
0.0000 0.2328E-2-0.2916E-3 0.3353E-4-0.1113E-5 The 3rd page 0.0000 0.1455E-3-0.1800E-5
0.7900E-7 0.0000 The 4th page 0.0000 0.4108E-3 0.1546E-4 0.1938E-5 0.0000[0038]

[Example 6] Drawing 11 is lens drawing showing the lens configuration of an example 6, and the concrete numerical configuration is shown in a table 11. Aperture-diaphragm S is in an image side from the image side of the 1st lens L1 in the location of 4.42mm. Both sides (field numbers 1 and 2) of the 1st lens L1 and both sides (field numbers 3 and 4) of the 2nd lens L2 consist of examples 6 in the aspheric surface symmetrical with a revolution, and the constant of the cone

of these fields and an aspheric surface coefficient are shown in a table 12. Drawing 12 (A) – (D) shows many aberration of the taking lens of an example 6.

[0039]

[A table 11]

Fno.1:2.8 $f=10.00\text{mm}$ $w=20.0$ -degree side number r d nd nu 1 10.970 6.89 1.58547 29.92 7.573 6.363 – 7.038 4.18 1.49176 57.44 – 4.513 0.845 7.798 2.97 1.72916 54.76 15.917 3.397 infinity 5.70 1.51633 64.18 infinity [0040]

[A table 12]

K A4 A6 A8 A10 The 1st page 0.0000 0.2714E-3 0.1261E-5 0.4762E-7 0.0000 The 2nd page 0.0000 0.1725E-2 0.8870E-4 0.1345E-5 0.0000 The 3rd page 0.0000 0.1716E-3-0.1010E-5 0.1207E-6 0.0000 The 4th page 0.0000 0.8016E-3-0.8927E-5 0.4648E-5 0.0000 [0041]

[Example 7] Drawing 13 is lens drawing showing the lens configuration of an example 7, and the concrete numerical configuration is shown in a table 13. Aperture-diaphragm S is in an image side from the image side of the 1st lens L1 in the location of 3.23mm. Both sides (field numbers 1 and 2) of the 1st lens L1 and the field by the side of the image of the 2nd lens L2 (field number 4) consist of examples 7 in the aspheric surface symmetrical with a revolution, and the constant of the cone of these fields and an aspheric surface coefficient are shown in a table 14. Drawing 14 (A) – (D) shows many aberration of the taking lens of an example 7.

[0042]

[A table 13]

Fno.1:2.8 $f=10.00\text{mm}$ $w=20.0$ -degree side number r d nd nu 1 7.129 3.92 1.58547 29.92 5.048 5.493 – 5.922 3.53 1.49176 57.44 – 3.885 1.695 8.036 2.98 1.64000 60.16 16.927 3.517 infinity 5.70 1.51633 64.18 infinity [0043]

[A table 14]

K A4 0.2200E-3 0.2480E-4 0.0000 [] -- the 4th page [] -- 0.0000 0.1193E-2-0.2557E-4 0.1112 -- E-4 0.0000 [0044] A6 A8 A10 The 1st page 0.0000 0.9305E-3 0.3832E-5 0.1039E-5 0.0000 The 2nd page 0.0000 0.4202E-2 The following table 15 shows the value which each example takes to above-mentioned condition (1) – (6). Any example fulfills all conditions and can obtain the good engine performance.

[0045]

[A table 15]

Conditions Example Enclosure Example 1 An example 2 Example 3 Example 4 Example 5 An example 6 Example 7 (1) 0.2–0.6 0.351 0.277 0.391 0.269 0.345 0.445 0.473 (2) 0.4–1.0 0.767 0.828 0.679 0.877 0.848 0.551 0.473 (3) –0.2–0.4 0.278 0.198 0.255 0.176 0.170 –0.060 –0.103 (4) 0.0–0.8 0.236 0.210 0.304 0.210 0.327 0.604 0.684 (5) 0.5–1.5 1.058 1.023 1.147 0.845 0.977 1.097 0.713 (6) 0.3–0.6 0.427 0.420 0.423 0.440 0.478 0.451 0.389 [0046]

[Effect of the Invention] As explained above, according to this invention, the taking lens which secures sufficient back focus and tele cent rucksack nature, and has the good image formation engine performance by small configuration number of sheets can be obtained by introducing the aspheric surface symmetrical with a revolution into the 2nd [at least] page with a three-sheet configuration.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is lens drawing of the taking lens of an example 1.

[Drawing 2] It is many aberration drawings of the taking lens of an example 1, and in (A), the chromatic aberration of magnification and (C) show astigmatism, and, as for chromatic aberration and (B), (D) shows distortion aberration.

[Drawing 3] It is lens drawing of the taking lens of an example 2.

[Drawing 4] It is many aberration drawings of the taking lens of an example 2, and in (A), the chromatic aberration of magnification and (C) show astigmatism, and, as for chromatic aberration and (B), (D) shows distortion aberration.

[Drawing 5] It is lens drawing of the taking lens of an example 3.

[Drawing 6] It is many aberration drawings of the taking lens of an example 3, and in (A), the chromatic aberration of magnification and (C) show astigmatism, and, as for chromatic aberration and (B), (D) shows distortion aberration.

[Drawing 7] It is lens drawing of the taking lens of an example 4.

[Drawing 8] It is many aberration drawings of the taking lens of an example 4, and in (A), the chromatic aberration of magnification and (C) show astigmatism, and, as for chromatic aberration and (B), (D) shows distortion aberration.

[Drawing 9] It is lens drawing of the taking lens of an example 5.

[Drawing 10] It is many aberration drawings of the taking lens of an example 5, and in (A), the chromatic aberration of magnification and (C) show astigmatism, and, as for chromatic aberration and (B), (D) shows distortion aberration.

[Drawing 11] It is lens drawing of the taking lens of an example 6.

[Drawing 12] It is many aberration drawings of the taking lens of an example 6, and in (A), the chromatic aberration of magnification and (C) show astigmatism, and, as for chromatic aberration and (B), (D) shows distortion aberration.

[Drawing 13] It is lens drawing of the taking lens of an example 7.

[Drawing 14] It is many aberration drawings of the taking lens of an example 7, and in (A), the chromatic aberration of magnification and (C) show astigmatism, and, as for chromatic aberration and (B), (D) shows distortion aberration.

[Description of Notations]

L1 The 1st lens

L2 The 2nd lens

L3 The 3rd lens

P Plane-parallel plate

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-52227

(43) 公開日 平成11年(1999) 2月26日

(51) Int.Cl.⁸

識別記号

G 0 2 B 9/12
13/18

F I

G 0 2 B 9/12
13/18

審査請求 未請求 請求項の数 3 F D (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平9-219895

(22) 出願日 平成9年(1997) 7月31日

(71) 出願人 000000527

旭光学工業株式会社

東京都板橋区前野町 2丁目36番 9号

(72) 発明者 峯藤 延孝

東京都板橋区前野町 2丁目36番 9号 旭光
学工業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 松岡 修平

(54) 【発明の名称】 撮影レンズ

(57) 【要約】

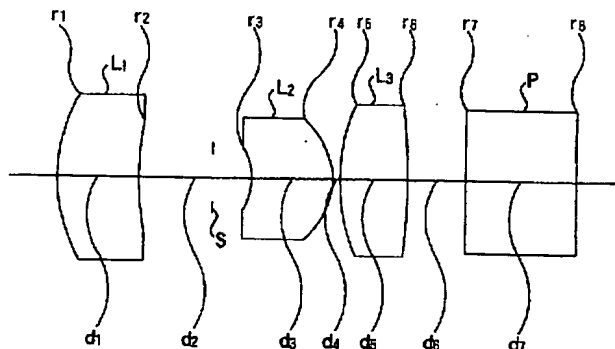
【課題】 従来の3枚構成の撮影レンズは、TV電話や監視用等のビデオカメラ、スチルビデオカメラを用途として設計されているため、観賞用の画像を入力するための電子スチルカメラの撮影レンズとしては性能的に不十分であった。

【解決手段】 物体側から順に、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第1レンズL1と、開口絞りSと、像側に凸面を向けたメニスカス形状の第2レンズL2と、物体側に凸面を向けた正のパワーを持つ第3レンズL3とが順に配列して構成され、以下の条件(1)、(2)を満たす。

$$0.2 < f / f_{12} < 0.6 \quad \cdots (1)$$

$$0.4 < f / f_3 < 1.0 \quad \cdots (2)$$

ただし、 f は全系の焦点距離、 f_{12} は第1レンズと第2レンズとの合成焦点距離、 f_3 は第3レンズの焦点距離である。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 物体側から順に、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第 1 レンズと、開口絞りと、像側に凸面を向けたメニスカス形状の第 2 レンズと、物体側に凸面を向けた正のパワーを持つ第 3 レンズとが順に配列して構成される 3 群 3 枚構成であり、前記第 1～第 3 レンズのうちの少なくとも 2 つのレンズ面が非球面であり、以下の条件を満たすことを特徴とする撮影レンズ。

$$0.2 < f/f_{12} < 0.6 \quad \cdots(1)$$

$$0.4 < f/f_3 < 1.0 \quad \cdots(2)$$

ただし、

f は全系の焦点距離、

f_{12} は第 1 レンズと第 2 レンズとの合成焦点距離、

f_3 は第 3 レンズの焦点距離である。

【請求項 2】 前記第 1 レンズと前記第 2 レンズとは樹脂レンズであり、以下の条件を満たすことを特徴とする請求項 1 に記載の撮影レンズ。

$$-0.2 < f/f_1 < 0.4 \quad \cdots(3)$$

$$0.0 < f/f_2 < 0.8 \quad \cdots(4)$$

ただし、

f_1 は第 1 レンズの焦点距離、

f_2 は第 2 レンズの焦点距離である。

【請求項 3】 少なくとも、前記第 1 レンズの物体側の面と前記第 2 レンズの像側の面とが非球面であり、前記第 1 レンズの物体側の非球面は、光軸から離れるにしたがって近軸球面より曲率がきつくなるような形状であり、前記第 2 レンズの像側の非球面は、光軸から離れるにしたがって近軸球面より曲率が緩くなるような形状であり、かつ、以下の条件を満たすことを特徴とする請求項 1 に記載の撮影レンズ。

$$0.5 < r_1/f < 1.5 \quad \cdots(5)$$

$$0.3 < -r_4/f < 0.6 \quad \cdots(6)$$

ただし、

r_1 は第 1 レンズの物体側の面の近軸の曲率半径、

r_4 は第 2 レンズの像側の面の近軸の曲率半径である。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、主として CCD 等の固体撮像素子を備えた電子スチルカメラ等の機器に適した撮影レンズに関し、特に、少ない構成枚数で良好な性能が得られる撮影レンズに関する。

【0002】

【従来の技術】電子スチルカメラ用の撮影レンズには、撮影レンズと撮像素子との間にフィルター等を配置するスペースを確保する必要上、十分なバックフォーカスが要求される。また、カラーの撮像素子を用いる場合には、色ムラの発生を抑えるため、撮影レンズから射出した光束が撮像素子に垂直に入射すること、すなわちテレセントリックであることが要求される。

【0003】また、特に普及型の電子スチルカメラで

は、小型化、低コスト化の要求が高いため、撮影レンズにも小型で低コストのレンズが望まれている。さらに、撮像素子の小型化にともなって 1 画素のサイズが小さくなる傾向にあり、高い解像度が要求されている。

【0004】固体撮像素子を利用した機器用の比較的構成枚数の少ない撮影レンズは、例えば特開平 4-153612 号公報、あるいは特開平 7-168093 号公報に開示されている。これらの公報に記載される撮影レンズは、いずれも 3 枚構成である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、特開平 4-153612 号公報に開示される撮影レンズはビデオカメラ、特開平 7-168093 号公報に開示されるレンズは TV 電話や監視用等のビデオカメラ、スチルビデオカメラを用途として設計されているため、観賞用の画像を入力するための電子スチルカメラの撮影レンズとしては性能的に不十分であった。

【0006】この発明は、上述した従来技術の課題に鑑みてなされたものであり、十分なバックフォーカスとテレセントリック性を有し、少ない構成枚数で良好な結像性能が得られる撮影レンズを提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】この発明にかかる撮影レンズは、物体側から順に、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第 1 レンズと、開口絞りと、像側に凸面を向けたメニスカス形状の第 2 レンズと、物体側に凸面を向けた正のパワーを持つ第 3 レンズとが順に配列して構成される 3 群 3 枚構成であり、第 1～第 3 レンズのうちの少なくとも 2 つのレンズ面が非球面であり、以下の条件を満たすことを特徴とする。

$$0.2 < f/f_{12} < 0.6 \quad \cdots(1)$$

$$0.4 < f/f_3 < 1.0 \quad \cdots(2)$$

ただし、 f は全系の焦点距離、 f_{12} は第 1 レンズと第 2 レンズとの合成焦点距離、 f_3 は第 3 レンズの焦点距離である。

【0008】また、第 1 レンズと第 2 レンズとは樹脂レンズで構成することが可能であり、その場合には以下の条件を満たすことが望ましい。

$$-0.2 < f/f_1 < 0.4 \quad \cdots(3)$$

$$0.0 < f/f_2 < 0.8 \quad \cdots(4)$$

ただし、 f_1 は第 1 レンズの焦点距離、 f_2 は第 2 レンズの焦点距離である。

【0009】さらに、非球面を第 1 レンズの物体側の面と第 2 レンズの像側の面とに設けることにより、効果的に収差を補正することが可能になる。その場合、第 1 レンズの物体側の非球面は、光軸から離れるにしたがって近軸球面より曲率がきつくなるような形状であり、第 2 レンズの像側の非球面は、光軸から離れるにしたがって近軸球面より曲率が緩くなるような形状であることが望

ましく、かつ、以下の条件を満たすことが望ましい。

$$0.5 < r1/f < 1.5 \quad \cdots(5)$$

$$0.3 < -r4/f < 0.6 \quad \cdots(6)$$

ただし、 $r1$ は第1レンズの物体側の面の近軸の曲率半径、 $r4$ は第2レンズの像側の面の近軸の曲率半径である。

【0010】

【発明の実施の形態】以下、この発明にかかる撮影レンズの実施形態を説明する。実施形態の撮影レンズは、例えば図1に示されるように、図中左側となる物体側から順に、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第1レンズL1と、開口絞りSと、像側に凸面を向けたメニスカス形状の第2レンズL2と、物体側に凸面を向けた正のパワーを持つ第3レンズL3とが順に配列して構成される3群3枚構成である。第1～第3レンズの6つのレンズ面のうち少なくとも2つのレンズ面が非球面である。最も像側に位置する平行平板Pは、撮像光学系として用いる場合に撮影レンズと個体撮像素子との間に挿入される赤外カットフィルター、ローパスフィルター、カバーガラス等の平板を代表している。設計時には、この平行平板Pを含む光学系全体として収差を補正する。

【0011】実施形態の撮影レンズは、十分なバックフォーカスと良好な結像性能を得るために、開口絞りSに対して凹面を向き合わせるように2枚のメニスカスレンズ、第1レンズL1と第2レンズL2とを配置している。また、第3レンズL3を物体側に凸となる正レンズとすることにより、良好なテレセントリック性を確保している。このとき、以下の条件(1)、(2)を満たすように第1、第2レンズL1、L2から成る前群のパワーと第3レンズL3から成る後群のパワーとを配分することにより、良好な結像性能と十分なバックフォーカス、テレセントリック性を得ることができる。

$$0.2 < f/f12 < 0.6 \quad \cdots(1)$$

$$0.4 < f/f3 < 1.0 \quad \cdots(2)$$

ただし、 f は全系の焦点距離、 $f12$ は第1レンズと第2レンズとの合成焦点距離、 $f3$ は第3レンズの焦点距離である。

【0012】条件(1)は、第1、第2レンズL1、L2から成る前群の焦点距離と全系の焦点距離との比を規定する。条件(1)の上限を越えて前群のパワーが強くなると、第1レンズL1、第2レンズL2の各面の曲率半径が小さくなりすぎ、球面収差、コマ収差の補正が困難になり、画面全体のコントラストが低下する。さらに、十分なバックフォーカスを確保することが困難となる。条件(1)の下限を下回って前群のパワーが弱くなると、像面湾曲が補正不足となると共に、非点隔差が大きくなる。また、撮影レンズの全長を小さくすることが困難となる。

【0013】条件(2)は、第3レンズL3から成る後群の焦点距離と全系の焦点距離との比を規定する。条件(2)

の上限を越えて後群のパワーが強くなると、歪曲収差の補正が困難になると共に、十分なバックフォーカスを確保できなくなる。条件(2)の下限を下回って後群のパワーが弱くなると、良好なテレセントリック性を確保することが困難になる。

【0014】第1レンズL1と第2レンズL2とは樹脂レンズで構成することが可能である。樹脂材料は温度、湿度等の環境の変化に対する形状、屈折率の変化がガラス材料と比較して大きいので、これらの環境変化による全系の性能変化を小さくするために、各樹脂レンズのパワーを適切に配分し、あるいは、複数の樹脂レンズにより互いの変化を相殺するよう補正効果を持たせることが望ましい。第1レンズL1と第2レンズL2とを樹脂レンズとする場合、環境変化による性能の変化を抑え、諸収差を良好に補正するため、以下の条件(3)、(4)を満たすことが望ましい。

$$-0.2 < f/f1 < 0.4 \quad \cdots(3)$$

$$0.0 < f/f2 < 0.8 \quad \cdots(4)$$

ただし、 $f1$ は第1レンズの焦点距離、 $f2$ は第2レンズの焦点距離である。

【0015】条件(3)は、第1レンズL1の焦点距離と全系の焦点距離との比を規定する。条件(3)の上限を越えて第1レンズL1の正のパワーが強くなると、像面湾曲の補正が困難になり、環境変化に対する性能変化(主としてピント位置の移動)が大きくなる。条件(3)の下限を下回って第1レンズL1の負のパワーが強くなると、全系の正のパワーを保つために第2レンズL2の正のパワーを大きくせざるを得ず、特にコマ収差が大きくなり画像のコントラストが低下する。

【0016】条件(4)は、第2レンズL2の焦点距離と全系の焦点距離との比を規定する。条件(4)の上限を越えて第2レンズL2の正のパワーが強くなると、環境変化に対する性能変化(主としてピント位置の移動と像面の湾曲)が大きくなる。条件(3)の下限を下回って第2レンズL2の負のパワーを持つと、全系の正のパワーを保つために第3レンズL3の正のパワーを大きくせざるを得ず、非点隔差が大きくなると共に、バックフォーカスを十分に確保することが困難となる。

【0017】非球面を少なくとも第1レンズの物体側の面と第2レンズの像側の面とに設けることにより、少ない非球面数でも効果的に結像性能を向上させることができる。その場合、第1レンズの物体側の非球面を、光軸から離れるにしたがって近軸球面より曲率がきつくなるような形状とすることにより、諸収差を良好に補正することができる。また、第2レンズの像側の非球面を、光軸から離れるにしたがって近軸球面より曲率が緩くなるような形状とすることにより、画面の中心から周辺まで平坦な像面を得ることができる。さらに、この場合、以下の条件(5)、(6)を満たすことにより諸収差を良好に補正することができる。

$$0.5 < r1/f < 1.5 \quad \dots(5)$$

$$0.3 < -r4/f < 0.6 \quad \dots(6)$$

ただし、 $r1$ は第1レンズの物体側の面の近軸の曲率半径、 $r4$ は第2レンズの像側の面の近軸の曲率半径である。

【0018】条件(5)は、第1レンズの物体側面の近軸の曲率半径の全系の焦点距離に対する比を規定する。条件(5)の上限を越えて曲率半径が大きくなると、像面湾曲が補正不足になると共に、第1レンズの有効径が大きくなる。条件(5)の下限を下回って曲率半径が小さくなると、第1レンズL1のパワーが過大とならないよう第1レンズの像側の凹面の曲率半径も小さくなり、特にコマ収差、歪曲収差の補正が困難となる。

【0019】条件(6)は、第2レンズの像側面の近軸の曲率半径の全系の焦点距離に対する比を規定する。条件(6)の上限を越えて曲率半径が大きくなると、特に非点隔差が大きくなり、周辺部での結像性能が劣化する。条件(6)の下限を下回って曲率半径が小さくなると、第2レンズL2のパワーが過大となり、十分なバックフォーカスとテレセントリック性を確保することが困難となる。

【0020】以下、この発明にかかる撮影レンズの実施例を7例説明する。

【0021】

$$X = c h^2 / (1 + \sqrt{1 - (1 + K) c^2 h^2}) + A4 h^4 + A6 h^6 + A8 h^8 + A10 h^{10} \dots(7)$$

【0023】図2(A)~(D)は実施例1の撮影レンズの諸収差を示し、(A)はd線、g線(436nm)、C線(656nm)における球面収差によって示される色収差、(B)はd線を基準にしたg線、C線における倍率色収差、(C)は非点収差(S:サジタル、M:メリディオナル)、(D)は歪曲収差を示している。歪曲収差量を示す横軸の単位はパーセント(%)、他の収差量を示す横軸の単位はmmである。

【0024】

【表1】

Fno. 1:2.8 f=10.00mm w=20.0°

面番号	r	d	nd	v	K	A4	A6	A8	A10
第1面					0.0000	0.1581E-3	0.0000	0.0000	0.0000
第4面					0.0000	0.1078E-2	-0.5632E-4	0.7400E-5	0.0000

【0026】

【実施例2】図3は、実施例2のレンズ構成を示すレンズ図であり、具体的な数値構成は表3に示されている。開口絞りSは、第1レンズL1の像側面から像側に2.68mmの位置にある。実施例2では、第1レンズL1の物体側の面(面番号1)と、第2レンズL2の像側の面(面番号4)とが回転対称な非球面で構成されており、これらの面の円錐係数、非球面係数は表4に示される。図4(A)~(D)は実施例2の撮影レンズの諸収差を示す。

【0027】

【表3】

【実施例1】図1は、実施例1のレンズ構成を示すレンズ図であり、具体的な数値構成は表1に示されている。図中、および表中、FNO.はFナンバー、fは焦点距離[単位:mm]、wは半画角[単位:degree]、rはレンズ各面の曲率半径[単位:mm]、dはレンズ厚またはレンズ間隔[単位:mm]、ndは各レンズのd線(588nm)での屈折率、vは各レンズのアッペ数である。第1、第2面が第1レンズL1、第3、第4面が第2レンズL2、第5、第6面が第3レンズL3、第7、第8面が平行平板Pである。開口絞りSは、第1レンズL1の像側面から像側に3.82mmの位置にある。

【0022】また、実施例1では、第1レンズL1の物体側の面(面番号1)と、第2レンズL2の像側の面(面番号4)とが回転対称な非球面で構成されている。非球面は、光軸からの高さがhとなる非球面上の座標点の非球面の光軸上での接平面からの距離(サグ量)をX、非球面の光軸上での曲率(1/r)をc、円錐係数をK、4次、6次、8次、10次の非球面係数をA4、A6、A8、A10として、以下の式(7)で表される。表1における非球面の曲率半径は光軸上の曲率半径であり、これらの面の円錐係数、非球面係数は表2に示される。なお、表における表記Eは、10を基数、Eの右の数字を指数とする累乗を表しており、例えば表2の第1面の非球面係数A4の値「0.1581E-3」は「0.0001581」を意味する。

1	10.577	4.20	1.58547	29.9
2	18.160	5.84		
3	-3.626	4.20	1.49176	57.4
4	-4.268	0.38		
5	11.353	3.53	1.69680	55.5
6	-39.640	3.04		
7	∞	5.70	1.51633	64.1
8	∞			

【0025】

【表2】

Fno. 1:2.8		f=10.00mm		w=20.0°	
面番号	r	d	nd	ν	
1	10.233	6.11	1.58547	29.9	
2	12.194	4.59			
3	-3.435	4.17	1.49176	57.4	
4	-4.195	0.38			
5	12.080	3.70	1.64000	60.1	
6	-18.911	3.53			
7	∞	5.70	1.51633	64.1	
8	∞				

【0028】

【表 4】

	K	A4	A6	A8	A10
第 1 面	0.0000	0.1445E-3	0.1788E-5	-0.4251E-7	0.0000
第 4 面	0.0000	0.1600E-2	-0.2061E-3	0.2527E-4	-0.6690E-6

【0029】

【実施例 3】図 5 は、実施例 3 のレンズ構成を示すレンズ図であり、具体的な数値構成は表 5 に示されている。開口絞り S は、第 1 レンズ L1 の像側面から像側に 3.76mm の位置にある。実施例 3 では、第 1 レンズ L1 の両面（面番号 1, 2）と、第 2 レンズ L2 の両面（面番号 3, 4）とが回転対称な非球面で構成されており、これらの面の円錐係数、非球面係数は表 6 に示される。図 6 (A) ~ (D) は実施例 3 の撮影レンズの諸収差を示す。

【0030】

【表 5】

Fno. 1:2.8 f=10.00mm w=20.0°

	K	A4	A6	A8	A10
第 1 面	0.0000	0.3332E-3	0.0000	0.0000	0.0000
第 2 面	0.0000	0.6458E-3	-0.1647E-4	-0.9185E-7	0.0000
第 3 面	0.0000	0.2304E-3	-0.8149E-5	0.2745E-6	-0.1996E-8
第 4 面	0.0000	0.1014E-2	-0.4382E-4	0.7349E-5	0.0000

【0032】

【実施例 4】図 7 は、実施例 4 のレンズ構成を示すレンズ図であり、具体的な数値構成は表 7 に示されている。開口絞り S は、第 1 レンズ L1 の像側面から像側に 3.02mm の位置にある。実施例 4 では、第 1 レンズ L1 の両面（面番号 1, 2）と、第 2 レンズ L2 の像側の面（面番号 4）とが回転対称な非球面で構成されており、これらの面の円錐係数、非球面係数は表 8 に示される。図 8 (A) ~ (D) は実施例 4 の撮影レンズの諸収差を示す。

【0033】

【表 7】

Fno. 1:2.8 f=10.00mm w=20.0°

	K	A4	A6	A8	A10
第 1 面	0.0000	0.2343E-3	0.7214E-5	-0.4537E-7	0.0000
第 2 面	0.0000	0.5401E-3	0.1686E-3	-0.1514E-4	0.0000
第 4 面	0.0000	0.1011E-2	-0.4556E-4	0.7283E-5	0.0000

【0035】

【実施例 5】図 9 は、実施例 5 のレンズ構成を示すレンズ図であり、具体的な数値構成は表 9 に示されている。開口絞り S は、第 1 レンズ L1 の像側面から像側に 4.75mm の位置にある。実施例 5 では、第 1 レンズ L1 の両面（面番号 1, 2）と、第 2 レンズ L2 の両面（面番号 3, 4）とが回転対称な非球面で構成されており、これらの面の円錐係数、非球面係数は表 10 に示される。図 10 (A) ~ (D) は実施例 5 の撮影レンズの諸収差を示す。

【0036】

【表 9】

Fno. 1:2.8 f=10.00mm w=20.0°

K	A4	A6	A8	A10
---	----	----	----	-----

面番号	r	d	nd	v
1	11.471	4.13	1.58547	29.9
2	19.914	5.77		
3	-3.858	4.20	1.49176	57.4
4	-4.233	0.38		
5	10.071	3.53	1.72916	54.7
6	138.460	3.04		
7	∞	5.70	1.51633	64.1
8	∞			

【0031】

【表 6】

面番号	r	d	nd	v
1	8.451	5.11	1.58547	29.9
2	8.798	4.91		
3	-3.817	3.92	1.49176	57.4
4	-4.395	0.38		
5	13.309	3.86	1.61800	63.4
6	-13.309	3.31		
7	∞	5.70	1.51633	64.1
8	∞			

【0034】

【表 8】

面番号	r	d	nd	v
1	9.772	5.73	1.58547	29.9
2	10.686	6.87		
3	-4.894	3.24	1.58547	29.9
4	-4.783	0.29		
5	9.813	3.38	1.69680	56.5
6	-43.417	2.29		
7	∞	5.70	1.51633	64.1
8	∞			

【0037】

【表 10】

第1面	0.0000	0.4099E-3	-0.7757E-5	0.2715E-6	0.0000
第2面	0.0000	0.2328E-2	-0.2916E-3	0.3353E-4	-0.1113E-5
第3面	0.0000	0.1455E-3	-0.1800E-5	0.7900E-7	0.0000
第4面	0.0000	0.4108E-3	0.1546E-4	0.1938E-5	0.0000

【0038】

【実施例6】図11は、実施例6のレンズ構成を示すレンズ図であり、具体的な数値構成は表11に示されている。開口絞りSは、第1レンズL1の像側面から像側に4.42mmの位置にある。実施例6では、第1レンズL1の両面(面番号1, 2)と、第2レンズL2の両面(面番号3, 4)とが回転対称な非球面で構成されており、これらの面の円錐係数、非球面係数は表12に示される。図12(A)~(D)は実施例6の撮影レンズの諸収差を示す。

面番号	r	d	nd	v
1	10.970	6.89	1.58547	29.9
2	7.573	6.36		
3	-7.038	4.18	1.49176	57.4
4	-4.513	0.84		
5	7.798	2.97	1.72916	54.7
6	15.917	3.39		
7	∞	5.70	1.51633	64.1
8	∞			

【0039】

【表11】

Fno. 1:2.8 f=10.00mm w=20.0°

	K	A4	A6	A8	A10
第1面	0.0000	0.2714E-3	0.1261E-5	0.4762E-7	0.0000
第2面	0.0000	0.1725E-2	0.8870E-4	0.1345E-5	0.0000
第3面	0.0000	0.1716E-3	-0.1010E-5	0.1207E-6	0.0000
第4面	0.0000	0.8016E-3	-0.8927E-5	0.4648E-5	0.0000

【0040】

【表12】

【0041】

【実施例7】図13は、実施例7のレンズ構成を示すレンズ図であり、具体的な数値構成は表13に示されている。開口絞りSは、第1レンズL1の像側面から像側に3.23mmの位置にある。実施例7では、第1レンズL1の両面(面番号1, 2)と、第2レンズL2の像側の面(面番号4)とが回転対称な非球面で構成されており、これらの面の円錐係数、非球面係数は表14に示される。図14(A)~(D)は実施例7の撮影レンズの諸収差を示す。

面番号	r	d	nd	v
1	7.129	3.92	1.58547	29.9
2	5.048	5.49		
3	-5.922	3.53	1.49176	57.4
4	-3.885	1.69		
5	8.036	2.98	1.64000	60.1
6	16.927	3.51		
7	∞	5.70	1.51633	64.1
8	∞			

【0042】

【表13】

Fno. 1:2.8 f=10.00mm w=20.0°

	K	A4	A6	A8	A10
第1面	0.0000	0.9305E-3	0.3832E-5	0.1039E-5	0.0000
第2面	0.0000	0.4202E-2	0.2200E-3	0.2480E-4	0.0000
第4面	0.0000	0.1193E-2	-0.2557E-4	0.1112E-4	0.0000

【0043】

【表14】

【0044】以下の表15は、各実施例が前述の条件(1)~(6)に対してとる値を示している。いずれの実施例も、全ての条件を満たしており、良好な性能を得ること

ができる。

【0045】

【表15】

条件	範	囲	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6	実施例7
(1)	0.2~0.6		0.351	0.277	0.391	0.269	0.345	0.445	0.473
(2)	0.4~1.0		0.767	0.828	0.679	0.877	0.848	0.551	0.473
(3)	-0.2~0.4		0.278	0.198	0.255	0.176	0.170	-0.060	-0.103
(4)	0.0~0.8		0.236	0.210	0.304	0.210	0.327	0.604	0.684
(5)	0.5~1.5		1.058	1.023	1.147	0.845	0.977	1.097	0.713
(6)	0.3~0.6		0.427	0.420	0.423	0.440	0.478	0.451	0.389

【0046】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、3枚構成で少なくとも2面に回転対称な非球面を導

入することにより、十分なバックフォーカスとテレセントリック性を確保し、かつ、少ない構成枚数で良好な結像性能を有する撮影レンズを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 実施例 1 の撮影レンズのレンズ図である。

【図 2】 実施例 1 の撮影レンズの諸収差図であり、(A)は色収差、(B)は倍率色収差、(C)は非点収差、(D)は歪曲収差を示す。

【図 3】 実施例 2 の撮影レンズのレンズ図である。

【図 4】 実施例 2 の撮影レンズの諸収差図であり、(A)は色収差、(B)は倍率色収差、(C)は非点収差、(D)は歪曲収差を示す。

【図 5】 実施例 3 の撮影レンズのレンズ図である。

【図 6】 実施例 3 の撮影レンズの諸収差図であり、(A)は色収差、(B)は倍率色収差、(C)は非点収差、(D)は歪曲収差を示す。

【図 7】 実施例 4 の撮影レンズのレンズ図である。

【図 8】 実施例 4 の撮影レンズの諸収差図であり、(A)は色収差、(B)は倍率色収差、(C)は非点収差、(D)は歪曲収差を示す。

【図 9】 実施例 5 の撮影レンズのレンズ図である。

【図 10】 実施例 5 の撮影レンズの諸収差図であり、(A)は色収差、(B)は倍率色収差、(C)は非点収差、(D)は歪曲収差を示す。

【図 11】 実施例 6 の撮影レンズのレンズ図である。

【図 12】 実施例 6 の撮影レンズの諸収差図であり、(A)は色収差、(B)は倍率色収差、(C)は非点収差、(D)は歪曲収差を示す。

【図 13】 実施例 7 の撮影レンズのレンズ図である。

【図 14】 実施例 7 の撮影レンズの諸収差図であり、(A)は色収差、(B)は倍率色収差、(C)は非点収差、(D)は歪曲収差を示す。

【符号の説明】

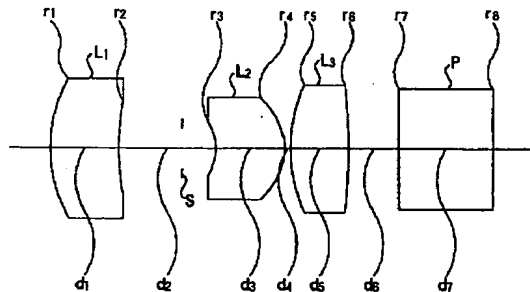
L1 第 1 レンズ

L2 第 2 レンズ

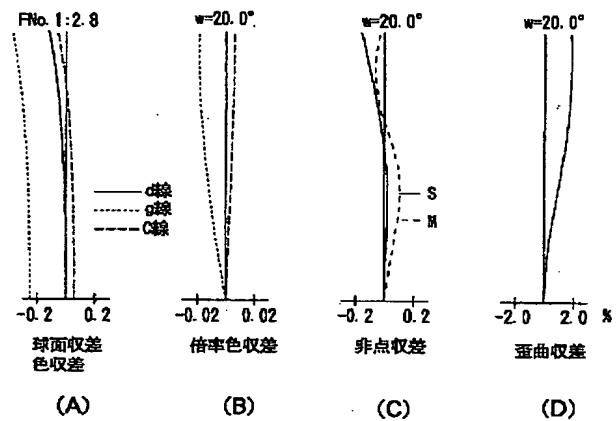
L3 第 3 レンズ

P 平行平板

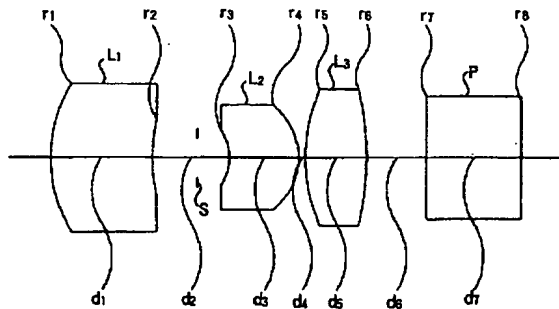
【図 1】



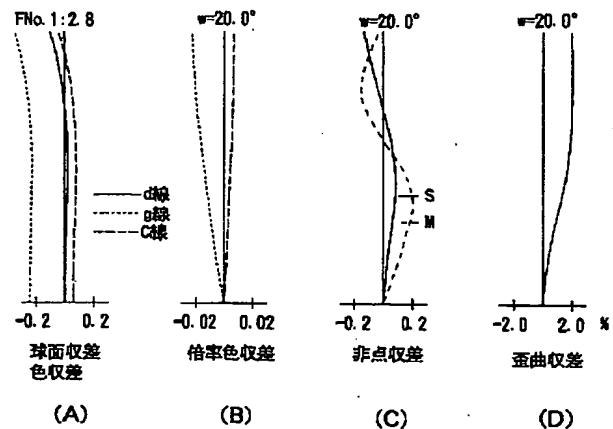
【図 2】



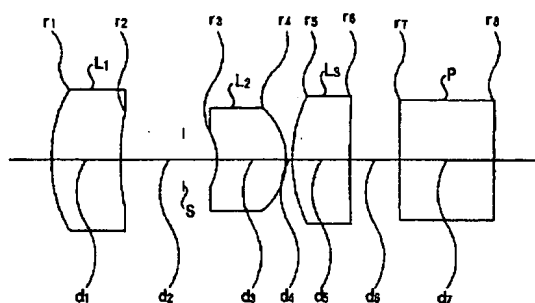
【図 3】



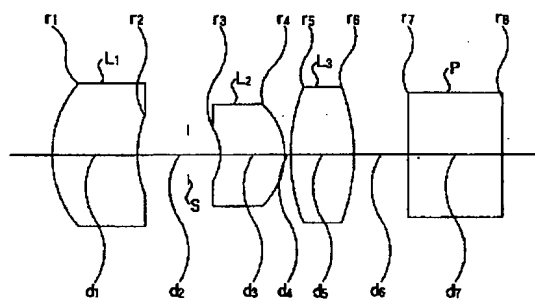
【図 4】



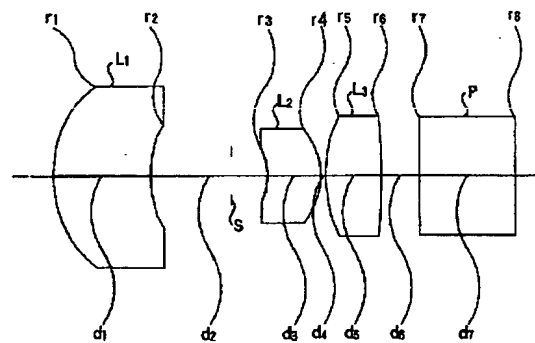
【図 5】



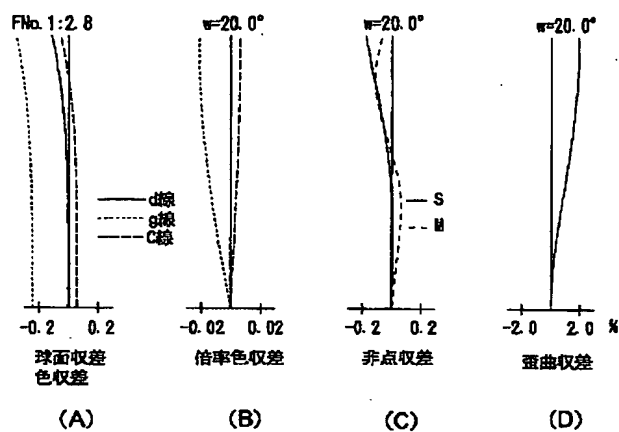
【図 7】



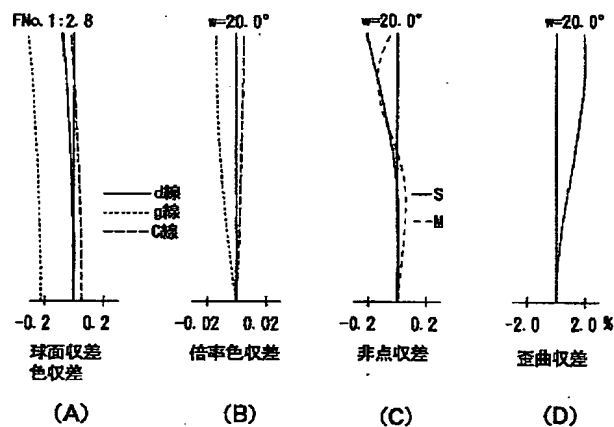
【図 9】



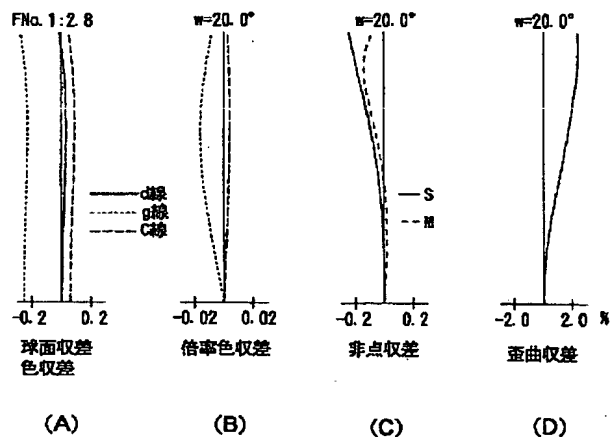
【図 6】



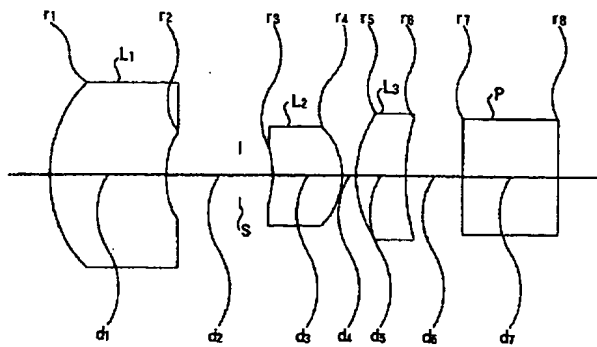
【図 8】



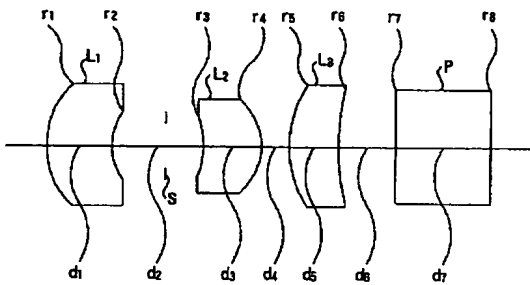
【図 10】



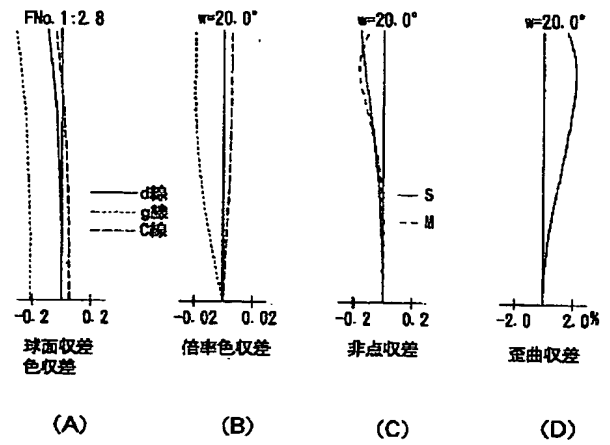
【図 1 1】



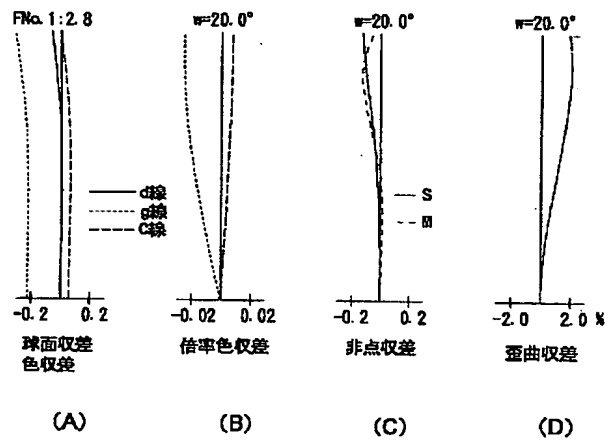
【図 1 3】



【図 1 2】



【図 1 4】



THIS PAGE BLANK (USPTO)